

LA REPRESENTACIÓN

DE LAS SUSTANCIAS

1. EL SÍMBOLO.

A fin de evitar la confusión que se originaría al designar los distintos elementos con un nombre en cada idioma, se ha convenido en adoptar una nomenclatura internacional que, a manera de los números, pueda ser idéntica para todos los países. Juan Jacobo Berzelius, en 1814, propuso y fue aprobada designar cada elemento por la primera letra de su nombre latino, y si para varios elementos fuese ésta igual, además de la primera se tomaría otra intermedia, reservando la primera letra para el más importante de ellos; por ejemplo: C, carbono; Ca, calcio; Cd, cadmio; Co, cobalto.

La mayor parte de los símbolos corresponden a la primera o primeras letras de su nombre en castellano; algunas varían debido al distinto nombre en latín; por ejemplo, Ag, plata, viene de argentum; Cu, cobre (cuprum); Sb, antimonio (stibium); K, potasio (kalium); Na, sodio (natrium); Pb, plomo (plumbum).

El símbolo representa el elemento en general o a un átomo de un elemento. Así, si escribimos C, indicamos un átomo de carbono; si queremos indicar dos o tres átomos, escribiremos: 2C, 3C, o bien C₂, C₃.

2. FÓRMULA.

Así como los elementos se representan por medio de los símbolos, las moléculas de las sustancias compuestas se representan por fórmulas. Las fórmulas constan de los símbolos de los elementos que componen la molécula.

Si algún elemento o grupos de elementos esta repetido varias veces a formar parte de la molécula, se indica por medio de un subíndice, que se coloca en la parte inferior derecha del símbolo; en el caso de ser un grupo de elementos el repetido, se encierra en un paréntesis y el subíndice se coloca fuera de él. Por ejemplo, una molécula de hidrógeno se representa por H₂ pues está formada por dos átomos de hidrógeno. Como una molécula de ácido clorhídrico está formada por un átomo de cloro y otro de hidrógeno, será HCl. La molécula de hidróxido de aluminio, que está formada por un átomo de aluminio y tres veces el conjunto formado por uno de oxígeno y otro de hidrógeno, será Al(OH)₃.

Si queremos expresar más de una molécula colocaremos el número, que indica las veces, delante de la fórmula; así: 2HCl; 3HCl, indicarán dos o tres moléculas de ácido clorhídrico. Las fórmulas, además de indicar los elementos que entran a formar parte de una molécula y la cantidad con que lo hacen, pueden indicar la forma probable en que se hallen los átomos dentro de la molécula; en este caso, reciben el nombre de fórmulas desarrolladas o fórmulas de constitución, y las que no indican más que los elementos y la cantidad de éstos que integran la molécula, se llaman condensadas.

Por ejemplo, fórmulas condensadas del agua, ácido sulfúrico, carbonato de sodio:

H₂O H₂SO₄ Na₂SO₄

Fórmulas desarrolladas:

3. LA VALENCIA.

Toda combinación obedece a la ley de Proust, pero, ¿Qué es lo que determina el número de veces que un

átomo entra en cada molécula? ¿Por qué el agua ha de ser H₂O y no HO ó H₃O?

Estudiemos varias sustancias compuestas en las cuales entre a formar parte de su molécula el H por ejemplo: HCl, H₂S, NH₃, CH₄ (ácido clorhídrico, sulfuro de hidrógeno, amoníaco, metano). Observemos que, en el primer caso, por cada átomo de cloro hay uno de hidrógeno; en el segundo, por cada uno de azufre hay dos de hidrógeno; en el tercero, por cada uno de N hay 3 de hidrógeno y, en el cuatro, 4 de hidrógeno por cada C.

¿Cómo explicamos este hecho? Supongamos que el átomo de hidrógeno es un individuo que tiene un solo brazo; el de cloro, uno solo también; el de azufre, dos; el de nitrógeno, tres, y el de carbono cuatro. Un átomo de cloro quedará ocupado totalmente al dar la mano a uno de hidrógeno, al igual que éste. Pero si tratamos de combinar el hidrógeno o el cloro con el azufre, para sujetar un individuo con dos brazos, necesitaremos dos que tengan uno solo. Así las fórmulas tendrán que ser H – S – H y Cl – S – Cl, lo mismo cuando se une el hidrógeno con el nitrógeno o el carbono.

Se ha observado que el átomo de hidrógeno al combinarse tiene menor capacidad; tomamos este elemento como unidad y decimos: todo átomo que tenga la misma capacidad de combinación que el hidrógeno o el cloro tiene valencia uno o es monovalente. Si tiene doble capacidad, será divalente, y así sucesivamente trivalente, tetravalente, pentavalente, hexavalente y heptavalente. No hay átomos que tengan mayor capacidad.

Existen algunos elementos que no tienen capacidad alguna de combinación. Estos elementos son llamados gases raros o gases nobles, como el helio, neón, entre otros, que se encuentran en pequeñas cantidades en el aire. A estos elementos se les considera como nulivalentes, o sea que tienen valencia cero.

Algunos elementos, como el hidrógeno, el Na, el K, el Li, el O, la Ag, entre otros, tienen siempre la misma valencia en todas sus combinaciones; Otros, como el Fe, el P, el N, tienen más de una valencia y trabajan con una u otra valencia, según las condiciones en que se realiza la combinación; así, tenemos el Fe, que puede combinarse con el O con valencias dos y tres, dando origen al óxido ferroso (FeO) y al férrico Fe₂O₃).

4. FUNCIÓN QUÍMICA.

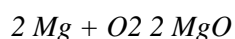
Todas las sustancias tienen propiedades y características que las diferencian de las demás, pero existen sustancias que tienen entre sí propiedades que les son comunes y de las que no gozan al menos en su totalidad ninguna otra sustancia. Estas sustancias decimos que tienen la misma función química. La función química depende de la existencia en la molécula de un elemento o elementos especiales o del modo de agruparse los átomos que la componen.

Son funciones químicas los óxidos, las bases, los ácidos, las sales.

5. ÓXIDOS – DIVISIÓN.

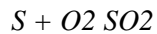
La combinación del oxígeno con los elementos recibe el nombre de óxidos. Podemos dividirlos en óxidos básicos o simplemente óxidos cuando se combinan el oxígeno con un metal, y óxidos ácidos o anhídridos cuando se combina el oxígeno con un no-metal. También reciben el nombre de óxidos, simplemente, los anhídridos que son incapaces de unirse con el agua para dar ácidos, como el NO, al que se le llama óxido nítrico y no-anhídrido.

A. METAL + OXÍGENO ÓXIDO BÁSICO



Esta reacción tipo es una combinación.

B. NO –METAL + OXÍGENO ÓXIDO ÁCIDO (ANHÍDRIDO)

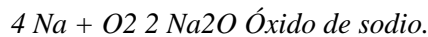


Esta reacción tipo es una combinación.

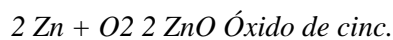
5.1. ÓXIDOS BÁSICOS – FORMULACIÓN Y NOMENCLATURA.

La formulación de un óxido se realiza muy fácilmente, nada más hay que tener en cuenta la valencia del oxígeno, que siempre es dos, y la del metal con que se combina. Debemos tener siempre presente que en la molécula de una sustancia compuesta nunca ha de quedar ninguna valencia libre.

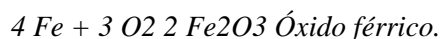
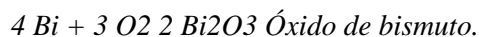
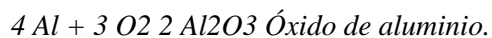
Supongamos un óxido de un metal monovalente, por ejemplo, óxido de sodio; como el oxígeno tiene dos valencias y el sodio una sola, para que no quede ninguna valencia libre forzosamente hemos de colocar dos sodios por cada oxígeno; así quedará:



Si el metal es divalente, como el oxígeno también lo es, un átomo de metal saturará a otro de oxígeno; así tendremos:



Con un metal trivalente colocaremos dos átomos del metal trivalente por cada tres del divalente:



NOMENCLATURA.

Se nombra mediante dos palabras. Una, la genérica, óxido, y otra específica, que es el nombre del metal en genitivo; por ejemplo:

Na₂O óxido de sodio

CaO óxido de calcio

Al₂O₃ óxido de aluminio

Si un metal tiene más de una valencia y puede formar más de un óxido, se nombra adjetivando la palabra específica con la terminación oso o ico, según tengan valencia menor o mayor, respectivamente; por ejemplo:

FeO óxido ferroso.

Fe_2O_3 óxido férrico.

Puede ocurrir que se necesite distinguir más grados de valencia; entonces al de valencia menor se le llama peróxido o subóxido; por ejemplo:

H_2O_2 Peróxido de hidrógeno

CaO_2 Peróxido de calcio

• **ÓXIDOS ÁCIDOS (ANHÍDRIDOS) – FORMULACIÓN Y NOMENCLATURA.**

La formulación de las fórmulas para los anhídridos es exactamente igual que las de los óxidos. Así, un anhídrido de un metaloide (no-metal) monovalente, divalente, se formulará como sigue:

$C + O_2 \rightarrow CO_2$ Anhídrido carbónico.

$S + O_2 \rightarrow SO_2$ Anhídrido sulfuroso.

$4 P + 3 O_2 \rightarrow 2 P_2O_3$ Anhídrido fosforoso.

$4 P + 5 O_2 \rightarrow 2 P_2O_5$ Anhídrido fosfórico.

NOMENCLATURA.

Se nombran al igual que los óxidos, con la palabra genérica anhídrido, seguida de la específica del metaloide terminada en oso o en ico, según su valencia. Si se formasen más de dos anhídridos se antepondría el prefijo hipo al de menor valencia y per al de mayor valencia; por ejemplo:

SO_2 Anhídrido sulfuroso Cl_2O Anhídrido hipocloroso.

SO_3 Anhídrido sulfúrico Cl_2O_3 Anhídrido cloroso.

P_2O_3 Anhídrido fosforoso Cl_2O_5 Anhídrido clorico.

P_2O_5 Anhídrido fosfórico Cl_2O_7 Anhídrido perclórico.

6. BASES O HIDRÓXIDOS.

Si añadimos a ciertos óxidos agua se origina una reacción química, generalmente con desprendimiento de calor, y se produce una nueva sustancia llamada hidróxido o base. Las bases tienen sabor a lejía. Si se introduce en ellas un papel de tornasol, que ha sido previamente enrojecido por los ácidos, le devuelve el color azul. Pueden reconocerse también porque vuelven roja a una solución de fenolftaleína en alcohol.

OXIDO BÁSICO + AGUA BASE

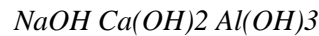
$MgO + H_2O \rightarrow Mg(OH)_2$ Hidróxido de magnesio.

Esta reacción tipo es una combinación.

6.1 FORMULACIÓN Y NOMENCLATURA.

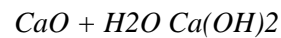
La característica en toda base es el grupo OH, llamado radical oxidrilo o hidroxilo; se comporta en la

formulación como si fuese un elemento monovalente. Para formular una base no hay más que colocar tantos grupos OH como valencias tienen el metal. Así, la fórmula de una base de un metal monovalente, divalente y trivalente será:

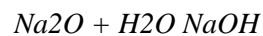


Se nombran, al igual que los óxidos y los anhídridos, con un nombre genérico, que en las bases es hidróxido, y el específico correspondiente al óxido que lo origina, terminado en oso o en ico, de igual manera que el óxido correspondiente:

Óxido de calcio + agua hidróxido de calcio



Óxido de sodio + agua hidróxido de sodio



Fe(OH)_2 hidróxido ferroso Sn(OH)_2 hidróxido estannoso

Fe(OH)_3 hidróxido férrico Sn(OH)_4 hidróxido estannico

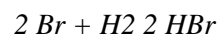
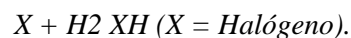
7. ÁCIDOS.

Reciben el nombre de ácidos todas aquellas sustancias que tienen un sabor agrio, que enrojecen el papel azul de tornasol y decoloran una solución alcohólica de fenolftaleína que ha sido enrojecida por una base.

Los ácidos se dividen en:

- **HIDRÁCIDOS.**

Se originan por la unión de los halógenos (flúor, cloro, bromo y yodo) con el hidrógeno. También algunas otras combinaciones de otros metaloides con el hidrógeno, que tienen carácter ácido, como el azufre.



Esta ración tipo es una combinación.

NOMENCLATURA.

Se nombran con la palabra genérica y la específica del metaloide que lo forma, terminado en hídrico.

FH Ácido fluorhídrico

HCl Ácido clorhídrico

BrH Ácido bromhídrico

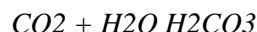
HI Ácido yodhídrico

H₂S Ácido sulfhídrico.

7.2 OXÁCIDOS.

El agua puede combinarse con los anhídridos, formando los ácidos, de manera semejante como lo hacia con los óxidos para dar bases. Estos ácidos se diferencian de los anteriores en que su molécula contiene oxígeno, pero las propiedades que los caracterizan son iguales: enrojecen el tornasol, entre otros.

OXIDO ÁCIDO + AGUA ÁCIDO



Esta reacción tipo es una combinación.

NOMENCLATURA.

Se nombran mediante la palabra genérica ácido y la específica, que es la misma que la del anhídrido (óxido ácido), del cual provienen: por ejemplo:

H₂SO₃ Ácido sulfuroso

H₂SO₄ Ácido sulfúrico.

H₂CO₃ Ácido carbónico.

De igual forma que los anhídridos, si existen mas de dos ácidos de un mismo metaloide (no-metal), se designa anteponiéndole el prefijo per o hipo. Así, tenemos:

HClO ácido hipocloroso se origina de: Cl₂O + H₂O → 2 HClO

HClO₂ ácido cloroso se origina de: Cl₂O₃ + H₂O → 2 HClO₂

HClO₃ ácido clórico se origina de: Cl₂O₅ + H₂O → 2 HClO₃

HClO₄ ácido perclórico se origina de: Cl₂O₇ + H₂O → 2 HClO₄

Los ácidos de los restantes halógenos se forman de la misma manera y son iguales a los del Cl, no hay más que cambiar el símbolo del cloro por el halógeno correspondiente; por ejemplo:

Algunos ácidos pueden perder moléculas de agua por efecto del calor, formándose, si aun queda hidrógeno y oxígeno en la molécula, anhídridos imperfectos que tienen el carácter de verdaderos ácidos. Estos se nombran anteponiéndoles el prefijo meta, piro y orto según pierdan una molécula o dos de agua.

Para facilitar su formulación podemos considerar que los anhídridos toman una o más moléculas de agua,

originando los distintos ácidos; por ejemplo:

Anhídrido fosforoso:

$P_2O_3 + H_2O \rightarrow H_2P_2O_4$ que simplificando sería: $2 H_2PO_2$ Ácido metafosforoso.

$P_2O_3 + 2H_2O \rightarrow H_4P_2O_5$ Ácido pirofosforoso.

$P_2O_3 + 3H_2O \rightarrow H_6P_2O_6$ que simplificando sería: $2 H_3PO_3$ Ácido ortofosforoso.

Anhídrido fosfórico:

$P_2O_5 + H_2O \rightarrow H_2P_2O_6$ que simplificando sería: $2 HPO_3$ Ácido metafosfórico.

$P_2O_5 + 2 H_2O \rightarrow H_4P_2O_7$ Ácido pirofosfórico.

$P_2O_5 + 3 H_2O \rightarrow H_6P_2O_8$ que simplificando sería: $2 H_3PO_4$ Ácido ortofosfórico.

- SALES.

Si añadimos cuidadosamente a un ácido una cantidad calculada de una base, llega un momento en que el producto que se ha originado no tiene ya la propiedad de poder cambiar el color del papel de tornasol, y no tienen además ninguna propiedad que lo caracterice como ácido ni como base. Se ha formado una sustancia nueva, una sal. A estas sustancias, que no son ácidas ni básicas, se les denominan neutras, y a la reacción de un ácido más una base para formar una sal se le llama neutralización:

ÁCIDO + BASE SAL + AGUA

$HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$

$H_2CO_3 + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCO_3 + 2 H_2O$

$H_3PO_4 + Al(OH)_3 \rightarrow AlPO_4 + 3 H_2O$

Como puede observarse, siempre se produce agua cuando reaccionan los ácidos con las bases. En estas reacciones se sustituyen los hidrógenos de los ácidos por el metal de las bases, formándose la sal al mismo tiempo que el hidrógeno de los ácidos se une al grupo OH de las bases y se forma el agua.

Hay dos tipos de sales: aquellas en que han sido sustituidos todos los hidrógenos, y reciben el nombre sales neutras, y en las que todavía quedan uno o más hidrógenos en la molécula de sal formada; Éstas reciben el nombre de sales ácidas; por ejemplo:

Una regla práctica para formular una sal es la siguiente: tomemos el radical ácido que resulta de quitar los hidrógenos a los ácidos y considerémoslo como si fuese un elemento que tuviese tantas valencias como hidrógenos le hayamos quitado.

Para formular una sal no tendremos más que aplicar las normas seguidas hasta ahora con los óxidos y anhídridos.

Varios ejemplos aclararán esto. ¿Cómo formaríamos la sal correspondiente al ácido clorhídrico y al hidróxido de sodio, calcio, entre otros?. El ácido clorhídrico tiene un solo hidrógeno; si se lo quitamos quedaría el residuo Cl con una valencia. Así, las sales serán:

$HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$ Cloruro de sodio

$HCl + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCl_2 + H_2O$ Cloruro de calcio

En vez de ácido clorhídrico fuese el ácido sulfúrico (H_2SO_4), al quitarle los hidrógenos quedaría el radical $SO_4=$ con dos valencias, pues han sido dos los hidrógenos que le hemos quitado. Las sales correspondientes se formularían:

Si deseamos formar sales ácidas sirve la misma regla, sólo que el caso anterior, por ejemplo, el residuo sería HSO_4- y tendría valencia uno, pues solamente le quitamos un hidrógeno. Las sales se formularían:

8.1 NOMENCLATURA.

Las sales originadas por un hidrácido se nombran tomando la palabra genérica del nombre latino del metaloide que formaba el ácido, haciéndola terminar en uro; por ejemplo:

FNa Fluoruro de sodio

KCl Cloruro de potasio

CaS Sulfuro de calcio

$NaHS$ Sulfuro ácido de sodio o Bisulfuro sódico.

Si en la sal el metal tiene más de una valencia, el nombre específico se hace terminar en ico o en oso, al igual que en los óxidos y anhídridos. Así, tendremos:

$FeCl_2$ Cloruro ferroso

$FeCl_3$ Cloruro férrico

En las sales oxisales, la palabra genérica se forma de la específica del ácido donde proviene la sal, y se cambia la terminación oso por ito e ico por ato. Permanecerán inalterables los prefijos per, hipo, meta, piro, orto. La palabra específica se formará del nombre del metal en genitivo o terminado en ico; si son dos las sales, se le termina en oso o en ico; y al igual que todos los compuestos hasta ahora vistos.

Cuando la sal es ácida, se interpone la palabra ácido entre la genérica y la específica o se antepone el prefijo bi, a la genérica.

Según la Unión Internacional de Química (UIQ), las sales ácidas deben nombrarse anteponiendo a la específica el término hidrógenos, indicando además el número de éstos. Por ejemplo:

K_2SO_4 Sulfato de potasio o potásico.

Na_2SO_4 Sulfato de sodio o sódico.

$Ca(ClO)_2$ Hipoclorito de calcio o cálcico.

$Fe(NO_3)_2$ Nitrato ferroso.

$Fe(NO_3)_3$ Nitrato férrico.

$KClO_4$ Perclorato potasio.

$NaHCO_3$ Bicarbonato de sodio.

$NaHCO_3$ Carbonato ácido de sodio.

NaH_2PO_4 Fosfato dihidrógeno sódico.

Na_2HPO_4 Fosfato de hidrógeno disódico.

CUESTIONARIO.

- ¿Qué entiende usted por valencia?
- Indique 3 metaloides monovalentes, 3 divalentes, 3 trivalentes y 2 tetravalentes.
- Indique el símbolo y la valencia del: cloro, oxígeno, bromo, azufre, yodo, nitrógeno, hidrógeno, flúor, fósforo y arsénico.
- Indique el símbolo y la valencia del: hierro, potasio, sodio, cobre, níquel, plata, cobalto, cinc, plomo, platino, estaño, mercurio y antimonio.
- Escriba el nombre y las fórmulas de los siguientes óxidos:

Ag_2O Oxido férrico

CuO Oxido de cadmio

Na_2O Oxido potásico

FeO Oxido estannoso

ZnO Oxido cuproso

Al_2O_3 Oxido de mercurio

Pb_2O Oxido níquelico

- Escriba los nombres y las fórmulas de los siguientes anhídridos:

SO_2 Anhídrido fosfórico.

CO_2 Anhídrido silícico.

Cl_2O_3 Anhídrido clórico.

H_2O Anhídrido sulfúrico.

P_2O_3 Anhídrido nítrico.

I_2O_5 Anhídrido bromoso.

- Formule las siguientes bases.

Hidróxido de sodio.

potasio.

calcio.

férrico

ferroso

8. *Escriba el nombre y la fórmula de los siguientes ácidos:*

• *Escriba el nombre y la fórmula de las siguientes sales:*

15

H

O

H

O OH

S

O OH

O Na

O C

O Na

©ner/99

Ácidos que no tienen oxígeno, llamados hidrácidos.

Ácidos que tienen oxígeno, llamados oxácidos.

©ner/99

HClO₄

Ácido perclórico

HIO₄

Ácido periódico

Na₂SO₄

Sal neutra

NaHSO₄

Sal ácida

CaHCO₃

Sal ácida

CaCO₃

Sal neutra

Na₂SO₄

Sulfato de sodio

CaSO₄

Sulfato de calcio

Ca(HSO₄)₂

Sulfato ácido de calcio

NaHSO₄

Sulfato ácido de sodio

Hidróxido de cinc.

niquélico.

estannoso

estánnico

cúprico

HCl

HNO₃

H₂CO₃

HI

H₄P₂O₇

HIO₄

H₂SO₃

HBr

Ácido bromhídrico

Ácido sulfúrico

Ácido hipocloroso

Ácido ortofosfórico

Ácido nitroso

Ácido ortofosforoso

Ácido perclórico

Ácido sulfhídrico

NaCl

BaCl₂

AgNO₃

Al(NO₃)₃

NaHCO₃

Na₃PO₄

CaSO₃

NaBr

ZnCO₃

(NH₄)₄P₂O₇

KClO₄

Bromuro potásico.

Sulfato sódico.

Sulfato amónico.

Bicarbonato cálcico.

Hipoclorito cálcico.

Fosfato de aluminio.

Nitrito potásico.

Fosfito sódico.

Sulfuro férrico.

Cloruro potásico

Clorato potásico.